

УДК 664.31:582.998.2

## ОСОБЕННОСТИ ОБРУШИВАНИЯ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАМОРОЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

С. А. ТЕСЛЕНКО<sup>1</sup>\*, Е. П. ВРЮКАЛО<sup>1</sup>, Л. И. ПЕРЕВАЛОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> НТУ «ХПИ», Харьков, УКРАИНА

\*email: Teslenko-Serega@mail.ru

**АНОТАЦІЯ** У статті досліджені фізико-механічні властивості високоолійних гібридів соняшнику та розглянуто вплив попередньої підготовки насіння соняшнику до обривування на особливості їх обривування, кількісні та якісні показники процесу. Встановлений позитивний ефект застосування попереднього штучного охолодження на процес обривування. Виявлено вплив технологічних параметрів процесу на обривування насіння високо олійних гібридів соняшнику. Знайдено умови, що дозволяють отримати високий ступінь обривування, 90% та більше, для будь-яких гібридів соняшнику.

**Ключевые слова:** гібрид, насіння соняшнику, охолодження, обривування, ступінь обривування

**АННОТАЦИЯ** В статье исследованы физико-механические свойства высокомасличных гибридов подсолнечника и рассмотрено влияние предварительной подготовки семян подсолнечника к обривуванию на особенности их обривувания, количественные и качественные показатели процесса. Установлен положительный эффект применения предварительного искусственного охлаждения на процесс обривувания. Определено влияние технологических параметров процесса на обривувание высокомасличных гибридов подсолнечника. Найдены условия, которые позволяют получить высокую степень обривувания, 90% и более, для любых гибридов подсолнечника

**Ключевые слова:** гибрид, семена подсолнечника, охлаждение, обривувание, степень обривувания

## THE PECULARITIES OF DEHULLING SUNFLOWER HYBRIDS' SEEDS IN THE FROZEN STATE

S. TESLENKO<sup>1</sup>\*, K. VRIUKALO<sup>1</sup>, L. PEREVALOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> NTU «KhPI», Kharkov, UKRAINE

**ABSTRACT** The processing of sunflower is actively building momentum. The aim of research became the comparison of the phisico-mechanical characteristics of the sunflower hybrids and defining their dehulling ability under different technological conditions within the framework of the dehulling technology with the use of cooling. Four sunflower hybrids were researched by us. For them were conducted the analyses defining geometrical sages. the hardness oh hull, were defined the coefficients of dehulling and preservation of kernel and the degree of dehulling ability. The comparison and the analysis of the findings let us draw conclusions about the reduction of the impact of phisico-mechanical characteristics of the hybrids sunflower seeds during its dehulling in terms of the improved technology with the use of cooling, and also practicability of using this technology for obtaining kernel without hull. A comparison was made in the classic indicators falling in technology and in terms of improved technology using artificial cooling exponent dehulling grew on average by 20% compared to falling in on the classical technology. It was found that the main factor affecting the quality and quantity of falling in, in terms of improved technology performs temperature: at lower growth observed in the degree of falling in comparison with indicators of classic technology is not dependent on other properties and characteristics of the seed process. In this case, the variation of moisture content of seeds and the number of revolutions of the rotor produces predictable performance and safety coefficients falling.

**Keywords:** hybrid sunflower seeds, cooling, dehulling, the degree of dehulling

### Введение

В настоящее время маслособывающий комплекс Украины обновляет и увеличивает свой производственный потенциал. Так, по данным на 01.06.2014 г. суммарные производственные мощности по различным масличным культурам достигает 8,7 млн тонн.

92% этого объема составила переработка подсолнечника. Данный показатель свидетельствует о востребованности подсолнечника и, соответственно, продуктов его переработки – масла, жмыха и шрота в Украине и на мировом рынке.

Таблица 1 – Характеристики исследуемых гибридов подсолнечника

Название гибрида подсолнечника	Характеристика				
	Вегетационный период, сут	Лужистость, %	1000 штук	Масличность, % на а.с.в.	Урожайность, ц/га
NK Delfi	108-115	20-25	65-75	50,0-50,9	37,8
NK Brio	112-116	22-24	68-70	48,0-51,3	38,4
Ягуар F1	95-102	21-22	62-65	50,0-52,0	41,2
Украинский F1	105-108	20-23	50-60	49,6-51,8	38,0

### Цель работы

Целью нашей работы стало сравнение физико-механических свойств гибридов подсолнечника и определения их обрушиваемости при различных технологических условиях в рамках усовершенствованной технологии обрушивания подсолнечника с использованием искусственного охлаждения.

### Изложение основного материала

Для анализа физико-механических свойств и их сравнения в лабораторных условиях были выбраны четыре гибрида подсолнечника:

- NK Delfi (Швейцария);
- NK Brio (Швейцария);
- Ягуар F1 (Франция);
- Украинский F1 (Украина).

Характеристики, указанные в паспортах исследуемых гибридов, приведены в таблице 1.

Для детального рассмотрения нами были выбраны такие физико-химические свойства

как габаритные размеры семян, толщина оболочки, толщина воздушной прослойки между оболочкой и ядром, а так же прочность оболочки.

При проведении аналитических исследований основные физико-механические свойства определялись в соответствии с руководством по методам исследования и технологическому контролю и учета производства и учету производства в масложировой промышленности [1, 2, 3].

Результаты определения геометрических размеров семян подсолнечника представлены в виде вариационных кривых на рисунках 1-3.

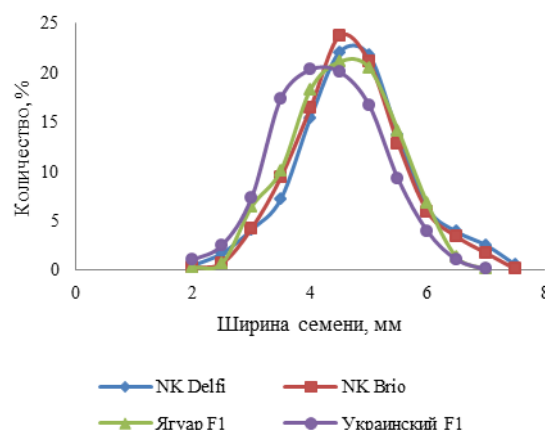


Рис. 1 – Вариационные кривые размеров семян подсолнечника по ширине

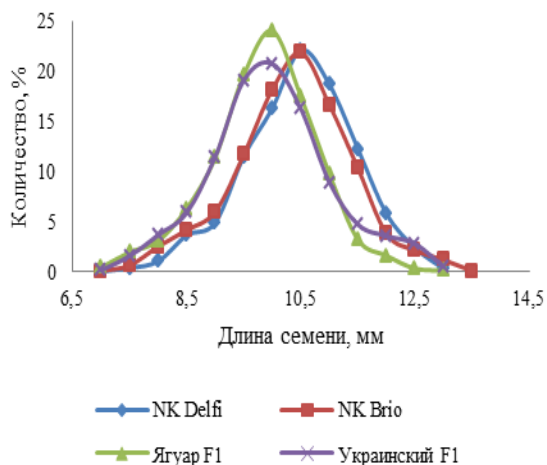


Рис. 2 – Вариационные кривые размеров семян подсолнечника по длине

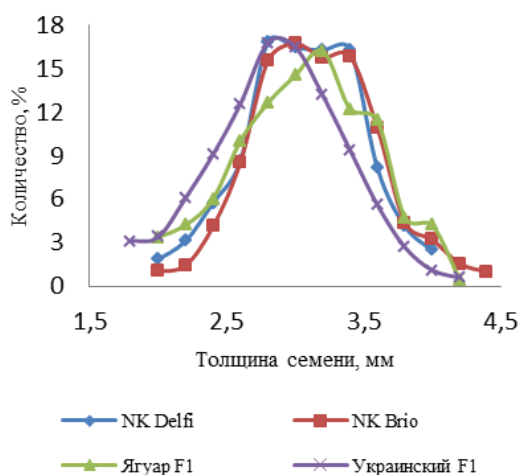


Рис. 3 – Вариационные кривые размеров семян подсолнечника по толщине

Исследование образцов данных гибридов показало, что геометрические размеры семян подсолнечника не имеют существенных различий по длине и ширине. А вот по толщине семени гибридов NK Delfi, NK Brio, Ягуар F1 имеют равное распределение частоты появления семян одного размера. Распределение такого рода благоприятно влияет на очистку семенной массы от сорной и масляной примеси перед поступлением подсолнечника на производство.

Одним из направлений селекции гибридов подсолнечника последние годы является увеличение его масляности. И если ранее решение этой задачи пытались найти

путем уменьшения лузжистости семени, то с недавнего времени большее предпочтение отдают непосредственному увеличению масляности ядра.

Таким образом, лузжистость современных гибридов подсолнечника установилась на уровне 20-25%, что говорит о ее снижении по сравнению с данной характеристикой ранее использованных в производстве семян, которая сохранялась на уровне 25-30%.

Кроме определения геометрических размеров, были проведены исследования для определения толщины воздушной прослойки, отделяющей морфологические части семени подсолнечника, а именно лузгу и ядро. Полученные результаты представлены в таблице 2. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что у гибридов Украинский F1, NK Brio воздушная прослойка крайне тонка, а у гибридов Ягуар F1, NK Delfi и вовсе отсутствует.

Уменьшение, и тем более отсутствие, воздушной прослойки значительно ухудшает способность семян к обрушиванию. Это приводит к увеличению количества лузги, трудно отделимой от ядра при обрушивании. Это влечет за собой вынос лузги в ядро, а значит и в продукты его переработки – жмых и шрот; ухудшение их качественных показателей.

Кроме уменьшения воздушной прослойки на способность качественно обрушиваться влияют и другие факторы. К ним относится, в первую очередь, механическая прочность семени.

Механическая прочность семян, в свою очередь, зависит от двух факторов – это особенности анатомического строения и устойчивость морфологических частей к механическому воздействию.

Для определения механической прочности семян исследуемых гибридов подсолнечника был использован прибор ПМС-1. Результаты проведенных опытов приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что наибольшую прочность имеют семена зарубежной селекции Ягуар F1, NK Delfi, NK Brio. Прочность семян отечественного гибрида Украинский F1 на 25 – 30% ниже, чем у зарубежных. С одной стороны это благоприятно влияет на процесс обрушивания, с другой стороны ухудшается сохранность семян при транспортировке, загрузке на хранение, хранение и т.д.

Таблица 2 – Механическая прочность исследуемых гибридов подсолнечника при влажности 6,0%, кг

Название гибрида подсолнечника	Усредненная толщина воздушной прослойки, мм	Толщина оболочки, мм	Направление действия силы		
			по длине	по ширине	по толщине
NK Delfi	$3 \pm 0,8 \cdot 10^{-3}$	$0,43 \pm 0,013$	5,1	9,29	12,4
NK Brio	$6 \pm 0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,42 \pm 0,015$	4,8	8,42	10,3
Ягуар F1	$2 \pm 0,4 \cdot 10^{-3}$	$0,46 \pm 0,012$	5,2	10,9	13,6
Украинский F1	$7 \pm 0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,38 \pm 0,011$	3,6	3,9	5,2

Прочность семян подсолнечника зависит от ряда факторов, которые определяют их морфологическое строение (место произрастания, расположение в корзинке и т.д.).

Исходя из проведенных выше исследований, геометрический размер семян и толщина оболочки не оказывают заметного влияния на прочность. Это подтверждается данными [4–6].

### Обсуждение результатов

Следующим шагом исследований было определение количественных и качественных показателей процесса обрушивания семян данных гибридов подсолнечника.

Стадия обрушивания является базовой перед извлечением масла [7–11].

От того насколько полным будет проведено обрушивание, будет зависеть выбор использования полученного ядра:

- для последующей переработки с выделением масла и получением кормовых жмыха и шрота;

- для последующей переработки с выделением масла и получением пищевых жмыха и шрота;

- для кондитерского производства в качестве заменителя орехов фундука, миндаля, кешью и др. при производстве печенья, конфет, карамели;

- для производства халвы, козинаков, добавок к хлебобулочным изделиям и т.д..

Для определения влияния физико-механических свойств семян подсолнечника на их обрушивание нами было выбрана усовершенствованная технология обрушивания семян подсолнечника с использованием охлаждения, разработанная на кафедре ТЖ и ПБ [12–15].

Согласно используемой технологии, семена гибридов подсолнечника были предварительно кондиционированы по размерам и влажности, охлаждены до отрицательных температур и обрушены при температуре, до которой охлаждались. Для сравнения были обрушены семена гибридов подсолнечника без охлаждения по классической технологии [16, 17]. Обрушивание проводили однократным, направленным вдоль длинной оси семени ударом, на действующей модели центробежной семенорушки – 2Ихно [18].

Для проведения исследований была выбрана средняя фракция семян, размером 3,2–3,4 мм по толщине с начальными характеристиками:

- влажность семян 6,0 %;
- влажность ядра 3,7–3,9 %;
- влажность лузги 9,6–9,8 %;
- лузжистость семян 26–30 %.

Технологическими параметрами усовершенствованной технологии обрушивания, которые изменялись в ходе работы, были обороты ротора семенорушки, влажность семян перед обрушиванием, температура семян при обрушивании.

В таблицах 3 и 4 представлены результаты обрушивания гибрида семян подсолнечника NK Delfi в зависимости от температуры предварительного охлаждения с учетом различной влажности семян.

Таблица 3 – Влияние температуры предварительного охлаждения семян подсолнечника разной влажности на состав рушанки, полученной при количестве оборотов ротора семенорушки – 20,00 ÷ 26,67с<sup>-1</sup>

Влажность, %	Количество оборотов ротора семенорушки, с	Температура семян перед обрушиванием, °С	Состав рушанки, %						
			Ядро целое	Ядро дробленое	Целые семена	Недообрушенные семена	Сечка	Лузга	Масличная пыль
6	20,00	10	28,53	10,45	22,1	16,65	3,22	15,26	3,79
		-10	40,92	7,59	15,07	15,06	1,66	16,62	3,08
		-30	42,08	8,35	11,95	16,66	1,23	17,31	2,42
		-50	37,8	5,99	17,97	17,88	2,37	16,01	1,98
		-70	43,97	9,57	9,93	6,32	5,84	20,75	3,62
		-196	15,19	34,61	0	0	20,7	21,9	7,6
	23,33	10	34,2	13,14	7,536	13,524	4,59	18,71	8,3
		-10	40,76	11,61	6,52	14,33	2,86	18,5	5,42
		-30	43,79	12,39	4,91	13,31	2,05	19,1	4,45
		-50	41,07	15,86	4,63	11,53	3,48	20,16	3,27
		-70	36,73	14,39	2,17	14,98	6,12	21,43	4,18
		-196	11,05	35,3	0	0,94	21,89	22,36	8,46
	26,67	10	26,87	19,61	2,98	9,54	7,06	20,08	13,86
		-10	42,09	11,79	1,33	13,73	3,96	19,14	7,96
		-30	48,64	13,45	1,4	7,75	3,06	20,04	5,66
		-50	43,95	16,22	1,25	6,15	5,24	21,36	5,83
		-70	37,33	19,1	1,21	5,84	6,15	22,83	7,54
		-196	8,98	32,82	0	0,49	23,71	24,82	9,18
1	20,00	10	24,17	20,6	6,31	17,24	6,72	20,84	4,12
		-10	29,14	16,99	6,07	15,48	5,81	21,54	4,97
		-30	34,59	13,39	5,36	12,28	6,08	22,67	5,63
		-50	28,25	21,39	4,56	10,07	6,37	23,08	6,28
		-70	25,68	26,26	3,89	7,34	6,9	23,41	6,52
		-196	8,01	36,67	0	0,85	21,98	23,17	9,32
	23,33	10	19,81	26,53	5,81	10,65	6,92	21,04	9,24
		-10	36,87	13,06	4,96	11,1	6,54	22,17	5,3
		-30	35,44	16,4	4,28	7,96	7,13	22,85	5,94
		-50	27,82	24,55	3,85	5,53	7,35	23,34	7,56
		-70	29,13	24,05	3,12	3,86	7,84	23,83	8,17
		-196	4,82	34,02	0	1,41	22,45	25,36	11,94
	26,67	10	18,66	31,57	4,92	8,53	6,94	21,95	7,43
		-10	21,83	32,77	3,99	6,45	7,06	22,54	5,36
		-30	33,85	19,74	3,44	6,07	7,41	23,37	6,12
		-50	25,19	25,41	2,97	5,31	8,37	24,01	8,74
		-70	20,21	27,86	2,56	4,9	9,17	24,38	10,92
		-196	3,12	31,14	0	0	24,52	26,44	14,78

Таблица 4 – Влияние температуры предварительной обработки семян подсолнечника разной влажности на эффективность обрушивания при количестве оборотов ротора семенорушки –  $20,00 \div 26,67 \text{ с}^{-1}$ 

Влажность, %	Количество оборотов ротора семенорушки, $\text{с}^{-1}$	Температура семян перед обрушиванием, $^{\circ}\text{C}$	Коэффициент обрушивания	Коэффициент сохранности ядра	Степень обрушивания, %
6	20,00	10	0,64	0,91	61,25
		-10	0,72	0,99	69,87
		-30	0,74	0,99	71,39
		-50	0,67	0,98	64,15
		-70	0,84	0,91	83,75
		-196	0,98	0,71	100
	23,33	10	0,80	0,86	78,94
		-10	0,81	0,95	79,15
		-30	0,83	0,98	81,78
		-50	0,85	0,97	83,84
		-70	0,85	0,88	82,85
		-196	0,98	0,67	99,06
	26,67	10	0,87	0,76	87,48
		-10	0,86	0,91	84,94
		-30	0,91	0,98	90,85
		-50	0,93	0,93	92,6
		-70	0,93	0,87	92,95
		-196	0,98	0,60	99,51
1	20,00	10	0,79	0,84	76,45
		-10	0,80	0,84	78,45
		-30	0,84	0,83	82,36
		-50	0,86	0,83	85,37
		-70	0,89	0,84	88,77
		-196	0,97	0,64	99,15
	23,33	10	0,84	0,79	83,54
		-10	0,85	0,85	83,94
		-30	0,88	0,84	87,76
		-50	0,90	0,83	90,62
		-70	0,92	0,82	93,02
		-196	0,96	0,56	98,59
	26,67	10	0,87	0,83	86,55
		-10	0,90	0,87	89,56
		-30	0,90	0,85	90,49
		-50	0,91	0,79	91,72
		-70	0,91	0,74	92,54
		-196	0,97	0,49	100

Из таблиц 3 и 4 видно, что использование охлаждения семян гибрида подсолнечника NK Delfi перед обрушиванием позволяет получить высокие степени обрушивания – до 98 % и более в сравнении с обрушиванием по классической технологии без охлаждения (плюс 10 °С), при этом получить высокие

показатели по сохранности ядра, что важно при производстве кондитерских изделий.

В таблицах 5 и 6 представлены результаты обрушивания гибрида семян подсолнечника NK Brio в зависимости от температуры предварительного охлаждения с учетом различной влажности семян.

Таблица 5 – Влияние температуры предварительной обработки семян подсолнечника разной влажности на состав рушанки, полученной при количестве оборотов ротора семенорушки – 20,00 ÷ 26,67с<sup>-1</sup>

Влажность, %	Количество оборотов ротора семенорушки, с <sup>-1</sup>	Температура семян перед обрушиванием, °С	Состав рушанки, %						
			Ядро целое	Ядро дробленое	Целые семена	Недообрушенные семена	Сечка	Лузга	Масличная пыль
6	20,00	10	27,66	9,64	21,83	16,96	4,32	15,41	4,18
		-10	34,64	7,13	17,41	17,05	3,98	16,04	3,75
		-30	41,83	3,12	14,84	16,12	3,72	16,96	3,41
		-50	38,74	9,43	12,07	12,53	5,14	17,91	4,18
		-70	38,11	10,61	9,28	9,49	7,47	19,08	5,96
		-196	12,46	31,81	4,06	6,11	17,48	19,74	8,34
	23,33	10	29,92	11,95	12,47	15,18	5,21	17,34	7,93
		-10	36,83	10,24	8,15	16,37	4,93	18,47	5,01
		-30	42,94	11,38	4,71	12,05	4,75	19,81	4,36
		-50	40,14	17,92	3,05	5,99	5,93	21,06	5,91
		-70	39,59	19,11	1,54	3,43	7,64	22,1	6,59
		-196	7,93	35,92	1,44	3,94	18,92	22,4	9,45
	26,67	10	19,90	20,58	7,96	10,77	8,95	20,43	11,41
		-10	32,11	13,41	7,02	9,85	7,56	20,84	9,21
		-30	35,14	14,47	5,38	9,04	7,47	21,06	7,44
		-50	33,16	17,14	4,21	7,92	8,07	21,67	7,83
		-70	30,01	21,52	3,06	5,31	9,19	22,79	8,12
		-196	8,32	35,58	1,27	2,19	19,42	23,59	9,63
1	20,00	10	20,75	25,10	8,48	13,95	7,41	18,03	6,28
		-10	30,26	22,75	7,27	8,53	5,11	19,24	6,84
		-30	41,02	21,19	4,09	3,27	3,27	19,68	7,48
		-50	29,84	30,39	3,85	3,06	4,83	20,34	7,69
		-70	24,26	33,50	3,12	2,98	7,18	20,95	8,01
		-196	4,91	40,27	2,27	2,43	18,24	21,45	10,43
	23,33	10	17,09	31,41	5,34	9,43	7,93	20,95	7,85
		-10	35,13	17,44	4,48	6,86	7,41	21,57	7,11
		-30	33,95	21,95	4,01	4,12	6,58	22,04	7,35
		-50	24,89	28,56	3,53	4,01	7,96	23,11	7,94
		-70	25,17	28,19	2,16	3,85	8,55	23,86	8,22
		-196	3,54	39,99	1,09	1,34	19,05	24,05	10,94
	26,67	10	14,29	34,18	4,18	6,93	8,51	24,08	7,83
		-10	19,38	37,36	1,91	3,22	6,28	24,93	6,92
		-30	35,54	27,60	0,08	1,47	4,42	25,4	5,49
		-50	23,63	33,55	0,06	1,32	7,83	25,44	8,17
		-70	17,46	35,03	0,04	0,96	10,42	25,68	10,41
		-196	4,25	45,54	0	0,6	13,61	24,11	11,89

Таблица 6 – Влияние температуры предварительной обработки семян подсолнечника разной влажности на эффективность обрушивания при количестве оборотов ротора семенорушки –  $20,00 \div 26,67 \text{ с}^{-1}$ 

Влажность, %	Количество оборотов ротора семенорушки, $\text{с}^{-1}$	Температура семян перед обрушиванием, $^{\circ}\text{C}$	Коэффициент обрушивания	Коэффициент сохранности ядра	Степень обрушивания, %
6	20,00	10	0,64	0,86	61,21
		-10	0,69	0,90	65,54
		-30	0,72	0,92	69,04
		-50	0,78	0,90	75,4
		-70	0,83	0,84	81,23
		-196	0,91	0,69	89,83
	23,33	10	0,75	0,82	72,35
		-10	0,78	0,88	75,48
		-30	0,85	0,92	83,24
		-50	0,92	0,90	90,96
		-70	0,96	0,87	95,03
		-196	0,95	0,65	94,62
	26,67	10	0,83	0,70	81,27
		-10	0,85	0,77	83,13
		-30	0,87	0,82	85,58
		-50	0,89	0,81	87,87
		-70	0,92	0,79	91,63
		-196	0,97	0,64	96,54
1	20,00	10	0,80	0,83	77,57
		-10	0,86	0,89	84,2
		-30	0,93	0,95	92,64
		-50	0,94	0,91	93,09
		-70	0,94	0,87	93,9
		-196	0,96	0,67	95,3
	23,33	10	0,87	0,80	85,23
		-10	0,90	0,84	88,66
		-30	0,93	0,86	91,87
		-50	0,93	0,81	92,46
		-70	0,95	0,80	93,99
		-196	0,98	0,63	97,57
	26,67	10	0,90	0,77	88,89
		-10	0,95	0,84	94,87
		-30	0,99	0,90	98,45
		-50	0,99	0,82	98,62
		-70	0,99	0,75	99
		-196	0,99	0,71	99,4



Из таблиц 5 и 6 видно, что использование искусственного охлаждения семян гибрида подсолнечника NK Brio перед обрушиванием позволяет получить высокие степени обрушивания – 89% и более в сравнении с обрушиванием по классической технологии без охлаждения (плюс 10°C), при этом получить высокие показатели по сохранности

ядра, что важно при производстве кондитерских изделий.

В таблицах 7 и 8 представлены результаты обрушивания гибрида семян подсолнечника Ягуар F1 в зависимости от температуры предварительного охлаждения с учетом различной влажности семян.

Таблица 7 – Влияние температуры предварительной обработки семян подсолнечника разной влажности на состав рушанки, полученной при количестве оборотов ротора семенорушки – 20,00 ÷ 26,67с<sup>-1</sup>

Влажность, %	Количество оборотов ротора семенорушки, с <sup>-1</sup>	Температура семян перед обрушиванием, °C	Состав рушанки, %						
			Ядро целое	Ядро дробленое	Целые семена	Недообрушенные семена	Сечка	Лузга	Масличная пыль
6	20,00	10	19,07	6,64	30,32	29,65	1,28	10,22	2,88
		-10	33,9	4,92	18,6	23,78	1,56	14,58	2,66
		-30	33,6	5,35	15,19	27,56	1,36	14,15	2,79
		-50	43,28	9,55	9,09	16,66	1,67	17,19	4,56
		-70	46,9	12,76	5,06	8,17	3,34	19,59	4,18
		-196	17,36	35,5	1,52	0,25	15,86	22,29	7,22
	23,33	10	19,37	7,57	29,61	26,12	2,4	11,74	3,19
		-10	31,62	7,69	17,33	22,48	2,61	15,31	2,96
		-30	33,41	7,77	16,85	20,94	2,74	15,46	2,83
		-50	41,11	12,6	4,86	15,41	3,03	18,24	4,75
		-70	44,34	15,44	4,45	6,95	3,92	20,61	4,29
		-196	13,47	36,52	1,43	0,76	16,21	23,18	8,43
	26,67	10	16,27	11,87	27,11	25,78	3,17	12,56	3,24
		-10	30,68	10,05	12,02	24,32	3,42	15,84	3,67
		-30	33,02	9,52	11,86	21,4	3,87	16,52	3,81
		-50	40,41	14,73	8,51	7,56	4,08	19,81	4,9
		-70	40,72	17,54	4,95	5,64	4,56	21,43	5,16
		-196	12,7	36,7	1,12	0,18	16,74	23,44	9,12
1	20,00	10	13,98	13,2	7,21	36,05	5,19	20,11	4,26
		-10	24,56	15,16	6,93	23,57	4,11	21,34	4,33
		-30	28,22	12,26	6,15	22,3	4,48	21,96	4,63
		-50	31,55	16,38	5,41	13,71	5,23	22,54	5,18
		-70	27,11	26,03	3,17	8,6	6,47	22,71	5,91
		-196	7,99	36,68	1,46	0,84	19,17	23,62	10,24
	23,33	10	12,07	15,84	5,36	34,61	5,83	22,12	4,17
		-10	26,62	13,81	5,21	22,11	4,71	22,83	4,71
		-30	27,73	13,52	4,93	20,64	5,21	22,95	5,02
		-50	25,21	22,94	4,56	12,54	5,94	23,07	5,74
		-70	28,73	28,59	3,06	2,77	6,81	23,11	6,93
		-196	5,15	37,54	1,21	0,57	20,35	23,87	11,31
	26,67	10	10,77	18,2	3,94	33,95	6,44	22,16	4,54
		-10	17,3	23,94	3,26	23,3	4,57	22,56	5,07
		-30	25,98	20,73	2,54	17,76	4,67	23,08	5,24
		-50	24,52	25,41	2,09	12,46	5,99	23,57	5,96
		-70	23,54	35,28	1,84	1,27	7,01	23,93	7,13
		-196	3,79	37,95	0,21	0,62	21,46	24,01	11,96

Таблица 8 – Влияние температуры предварительной обработки семян подсолнечника разной влажности на эффективность обрушивания при количестве оборотов ротора семенорушки –  $20,00 \div 26,67 \text{ с}^{-1}$ 

Влажность, %	Количество оборотов ротора семенорушки, $\text{с}^{-1}$	Температура семян перед обрушиванием, $^{\circ}\text{C}$	Коэффициент обрушивания	Коэффициент сохранности ядра	Степень обрушивания, %
6	20,00	10	0,46	0,85	40,03
		-10	0,62	0,89	57,62
		-30	0,62	0,90	57,25
		-50	0,77	0,94	74,25
		-70	0,88	0,91	86,77
		-196	0,98	0,71	98,23
	23,33	10	0,49	0,81	44,27
		-10	0,64	0,87	60,19
		-30	0,66	0,88	62,21
		-50	0,83	0,89	79,73
		-70	0,90	0,89	88,6
		-196	0,98	0,68	97,81
	26,67	10	0,52	0,79	47,11
		-10	0,68	0,85	63,66
		-30	0,71	0,84	66,74
		-50	0,85	0,87	83,93
		-70	0,90	0,86	89,41
		-196	0,99	0,66	98,7
1	20,00	10	0,63	0,63	56,74
		-10	0,74	0,76	69,5
		-30	0,76	0,75	71,55
		-50	0,83	0,79	80,88
		-70	0,90	0,80	88,23
		-196	0,98	0,61	97,7
	23,33	10	0,67	0,62	60,03
		-10	0,77	0,74	72,68
		-30	0,78	0,73	74,43
		-50	0,85	0,77	82,9
		-70	0,95	0,81	94,17
		-196	0,98	0,58	98,22
	26,67	10	0,68	0,62	62,11
		-10	0,78	0,74	73,44
		-30	0,83	0,78	79,7
		-50	0,88	0,77	85,45
		-70	0,97	0,80	96,89
		-196	0,99	0,56	99,17

Из таблиц 7 и 8 видно, что использование искусственного охлаждения семян гибрида подсолнечника Ягуар F1 перед обрушиванием позволяет получить высокие степени обрушивания – 97 % и более в сравнении с обрушиванием по классической технологии без охлаждения (плюс  $10^{\circ}\text{C}$ ) – 40-63 %, при этом получить высокие показатели по

сохранности ядра, что важно при производстве кондитерских изделий.

В таблицах 9 и 10 представлены результаты обрушивания гибрида семян подсолнечника Украинский F1 в зависимости от температуры предварительного охлаждения с учетом различной влажности семян.

Таблица 9 – Влияние температуры предварительной обработки семян подсолнечника разной влажности на состав рушанки, полученной при количестве оборотов ротора семенорушки –  $20,00 \div 26,67 \text{ с}^{-1}$ 

Влажность, %	Количество оборотов ротора семенорушки, $\text{с}^{-1}$	Температура семян перед обрушиванием, $^{\circ}\text{C}$	Состав рушанки, %						
			Ядро целое	Ядро дробленое	Целые семена	Недодобрушенные семена	Сечка	Лузга	Масличная пыль
6	20,00	10	14,12	11,21	44,05	18,08	1,16	9,59	1,79
		-10	27,41	7,41	18,76	26,87	1,06	14,30	4,19
		-30	36,48	5,60	14,03	22,38	0,97	16,96	3,59
		-50	42,37	9,31	10,32	12,82	1,74	19,63	3,81
		-70	45,75	7,53	5,10	15,12	1,79	20,26	4,44
		-196	12,96	28,65	0,00	0,54	21,90	25,00	10,94
	23,33	10	25,38	8,06	5,47	36,56	2,19	14,91	7,42
		-10	27,82	5,80	6,01	34,94	2,03	16,71	6,69
		-30	42,25	8,88	2,57	17,38	1,31	21,06	6,55
		-50	43,28	14,44	3,16	9,34	2,83	21,35	5,61
		-70	43,47	17,21	1,89	2,58	4,72	22,92	7,21
		-196	8,01	28,39	0,31	0,00	25,41	23,63	14,26
	26,67	10	18,43	16,08	8,43	26,46	3,66	16,43	10,52
		-10	34,18	11,72	4,45	19,66	3,02	18,52	8,46
		-30	39,98	13,53	2,03	15,66	2,40	20,08	6,38
		-50	40,20	17,51	1,31	9,64	3,72	21,00	6,62
		-70	36,48	18,58	0,95	4,15	8,23	21,37	10,25
		-196	4,44	23,38	0,58	0,00	28,54	21,83	21,23
1	20,00	10	28,61	29,11	5,73	5,31	3,80	23,32	4,12
		-10	36,64	24,16	4,63	4,13	2,66	24,29	3,51
		-30	43,49	20,25	4,26	3,10	2,02	24,60	2,28
		-50	40,93	22,13	3,44	2,23	3,78	24,65	2,82
		-70	37,77	21,22	2,47	1,89	5,90	24,81	5,94
		-196	9,31	31,92	0,42	0,00	22,85	24,32	11,17
	23,33	10	20,69	31,39	3,18	1,04	7,41	24,89	11,41
		-10	46,37	16,67	1,14	2,68	2,48	23,79	6,88
		-30	41,88	23,51	1,31	2,18	2,52	23,82	4,79
		-50	30,91	32,09	0,63	0,87	6,25	24,55	4,70
		-70	31,34	30,62	2,50	1,11	5,64	24,31	4,49
		-196	0,00	33,00	0,22	0,00	29,25	25,28	12,25
	26,67	10	16,42	32,44	2,07	0,22	9,29	24,58	14,98
		-10	20,71	34,29	1,07	0,00	6,69	23,99	13,25
		-30	39,22	25,87	0,59	0,53	4,06	24,42	5,32
		-50	38,28	21,10	0,60	0,51	6,32	24,72	8,48
		-70	36,92	16,77	0,45	0,38	8,42	24,92	12,15
		-196	1,44	24,39	0,22	0,00	29,81	25,81	18,33

Таблица 10 – Влияние температуры предварительной обработки семян подсолнечника разной влажности на эффективность обрушивания при количестве оборотов ротора семенорушки –  $20,00 \div 26,67 \text{ с}^{-1}$ 

Влажность, %	Количество оборотов ротора семенорушки, $\text{с}^{-1}$	Температура семян перед обрушиванием, $^{\circ}\text{C}$	Коэффициент обрушивания	Коэффициент сохранности ядра	Степень обрушивания, %
6	20,00	10	0,41	0,89	37,87
		-10	0,59	0,90	54,37
		-30	0,68	0,93	63,59
		-50	0,79	0,94	76,86
		-70	0,83	0,94	79,78
		-196	0,93	0,59	99,46
	23,33	10	0,65	0,81	57,97
		-10	0,66	0,80	59,05
		-30	0,83	0,90	80,05
		-50	0,89	0,93	87,50
		-70	0,96	0,89	95,53
		-196	0,99	0,51	99,70
	26,67	10	0,70	0,74	65,11
		-10	0,79	0,85	75,89
		-30	0,85	0,91	82,31
		-50	0,91	0,91	89,05
		-70	0,96	0,82	94,90
		-196	0,99	0,39	99,42
1	20,00	10	0,90	0,90	88,96
		-10	0,92	0,93	91,24
		-30	0,93	0,96	92,64
		-50	0,95	0,94	94,33
		-70	0,96	0,87	95,64
		-196	0,99	0,58	99,58
	23,33	10	0,96	0,76	95,78
		-10	0,97	0,95	96,19
		-30	0,97	0,97	96,51
		-50	0,99	0,89	98,50
		-70	0,97	0,89	96,39
		-196	0,99	0,46	99,78
	26,67	10	0,97	0,69	97,71
		-10	0,99	0,77	98,94
		-30	0,99	0,91	98,88
		-50	0,99	0,84	98,89
		-70	0,99	0,76	99,18
		-196	0,99	0,36	99,78

Из таблиц 9 и 10 видно, что использование искусственного охлаждения семян гибрида подсолнечника Украинский F1 перед обрушиванием позволяет получить высокие степени обрушивания – 99% и более в сравнении с обрушиванием по классической технологии без охлаждения (плюс 10°C), при этом получить высокие показатели по сохранности ядра, что важно при производстве кондитерских изделий.

### Выводы

Данные, представленные в работе, дают возможность сравнить влияние физико-механических свойств семян гибридов подсолнечника на их обрушивание в условиях классической технологии и усовершенствованной технологии с использованием искусственного охлаждения. В результате чего можно выделить следующие особенности обрушивания семян гибридов подсолнечника:

- в условиях классической технологии обрушивания основное влияние на количественные и качественные показатели обрушивания имеют толщина воздушной прослойки и прочность оболочки, при этом технологические параметры процесса (влажность семян и обороты ротора семенорушки) второстепенны;

- при обрушивании в условиях усовершенствованной технологии с использованием искусственного охлаждения показатель степени обрушивания вырос в среднем на 20% по сравнению с обрушиванием по классической технологии;

- в условиях усовершенствованной технологии обрушивания с использованием охлаждения влияние такого физико-механического параметра как толщина воздушной прослойки снижается на 86-92% по сравнению с классической технологией, а другие физико-механические параметры нивелируются;

- основным фактором, влияющим на качественные и количественные показатели обрушивания, в условиях усовершенствованной технологии выступает температура: при ее снижении наблюдается рост степени обрушивания в сравнении с показателями классической технологии, не зависимо от других свойств семян и характеристик процесса;

- варьирование влажности семян и количества оборотов ротора позволяет получать прогнозируемые показатели

коэффициентов обрушивания и сохранности ядра в зависимости от целевого применения ядра подсолнечника.

### Список литературы

1. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / Под общ. ред. **В. П. Ржехина и А. Г. Сергеева** - Л.: ВНИИЖ 1965. – Т.2 – 418с.
2. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / Под общ. ред. **В. П. Ржехина и А. Г. Сергеева** - Л.: ВНИИЖ 1982
3. Лабораторный практикум по технологии переработки жиров / **Арутюнян Н.С.** - М.: Агропромиздат, 1991. - 160 с.
4. **Демин И.В.** Основы конструирования рушально-веечных агрегатов в маслостроительной промышленности. М., Пищепромиздат, 1955.
5. **Ключкин В. В.** Прочность плодовых оболочек высококачественных семян подсолнечника. *МЖП*, 1958, №9, с. 14-16.
6. **W. Dedio.** Factors Affecting the Hullability and Physical Characteristics of Sunflower Achenes Original Research Article [Text] / **W. Dedio, D.G. Dorrell** // *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*. – 1989. – Volume 22, Issue 2. – P. 143-146.
7. **R. Subramanian.** Impact dehulling of sunflower seeds: Effect of operating conditions and seed characteristics [Text] / **R. Subramanian, M.C. Shanthakumar, K. Venkateshmurthy** // *Journal of Food Engineering*. – 1990. - Volume 12, Issue 2. - P. 83-94.
8. **W. Dedio.** Regression model relating decortication of oilseed sunflower hybrids with achene characteristics [Text] / **W. Dedio** // *Canadian Journal of Plant Science*. – 1993. - № 73 (3). – P. 825-828.
9. **Susanta Kumar Das.** Effects of Impeller Vane Configurations and Seed Size on Dehulling Efficiency of Sunflower Seeds Using a Centrifugal Sheller [Text] / **Susanta Kumar Das, R. K. Gupta** // *International Journal of Food Engineering*. – 2005. - Volume 1, Issue 3.
10. **N. Miller.** A Process for the Dehulling of High Oil-Content Sunflower Seeds [Text] / **N. Miller, J. B. M. de Villiers, J. M. J. Peulen** // *European Journal of Lipid Science and Technology*. – 1986. - Volume 88, Issue 7. – P. 268-271.
11. **J.R. Ashes.** A simple device for dehulling seeds and grain [Text] / **J.R. Ashes, N.J. Peck** // *Animal Feed Science and Technology*. – 1978.- Volume 3, Issue 2. – P. 109-116.
12. **Тесленко, С. О.** Бездушинне ядро соняшнику для отримання кондитерських виробів [Текст] / **С. О. Тесленко, Л. І. Перевалов, Г. В. Садовничий** // *Прогресивні техніка та*

технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі. – Харків, 2013. – Вип. 2 (18). – С. 84-91.

13. **Перевалов, Л. И.** Новая технология обрушивания семян подсолнечника [Текст] / **Л. И. Перевалов, Е. Н. Пивень, А. В. Попсуйшапка, С. А. Тесленко** // *Масложировый комплекс*. – 2012. – № 1. – С. 47-49.
14. **Taradaichenko, Mariia.** Optimal parameters of sunflower seeds dehulling process with freeze [Текст] / **Mariia Taradaichenko, Leonid Perevalov, Sergiy Teslenko, Irina Pakhomova** // *Inżynieria aparatura chemicz.* – 2013. – №4. – С. 374-375.
15. **Тесленко С.А.** Влияние условий обрушивания высокомасличного подсолнечника на переход восков в масло [Текст] / **С.А. Тесленко, А.А. Нетреб, Е.П. Врюкало, Г.В. Садовничий, Л.И. Перевалов** // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2014. – Т. 1, N. 10(67). – С. 41-47.
16. **Копейковский В.М., Данильчук С.И., Гарбузова Г.И.** и др. Технология производства растительных масел. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1982. – 426с.
17. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров / Под ред. **А. Г. Сергеева**.: Л., 1975. – Т.1. – Книга 1. – 726 с.
18. Пат. 17430 Україна, МКИ В02В 3/00, 3/02. Насіннерушка-2 Іхно / Іхно М.П.; заявник і патентовласник Харківський державний політехнічний університет. – № 95042099; заявл. 27.04.95; опубл. 16.10.2000, Бюл. №5.
- Canadian Institute of Food Science and Technology Journal.** – 1989. **22**, (2), 143-146.
7. **R. Subramanian, M.C. Shanthakumar, K. Venkateshmurthy** Impact dehulling of sunflower seeds: Effect of operating conditions and seed characteristics. *Journal of Food Engineering*. – 1990. – 12 (2), 83–94.
8. **W. Dedio.** Regression model relating decortication of oilseed sunflower hybrids with achene characteristics, *Canadian Journal of Plant Science*. – 1993. – **73** (3). 825-828.
9. **Susanta Kumar Das, R. K. Gupta.** Effects of Impeller Vane Configurations and Seed Size on Dehulling Efficiency of Sunflower Seeds Using a Centrifugal Sheller, *International Journal of Food Engineering*. – 2005, **1** (3).
10. **N. Miller, J. B. M. de Villiers, J. M. J. Peulen.** A Process for the Dehulling of High Oil-Content Sunflower Seeds, *European Journal of Lipid Science and Technology*. – 1986, **88** (7), 268–271.
11. **J.R. Ashes, N.J. Peck.** A simple device for dehulling seeds and grain, *Animal Feed Science and Technology*. – 1978, **3** (2), 109–116.
12. **S. O. Teslenko, L. I. Perevalov, G. V. Sadovnichij.** Bezlushpinne jadro sonjashniku dlja otrimannja konditers'kih virobiv, *Progresivni tehnika ta tehnologij harchovih virobnihtv restorannogo gospodarstva ta torgivli.*, 2013, **2** (18), 84-91.
13. **L. I. Perevalov, E. N. Piven', A. V. Popsujshapka, S. A. Teslenko** Novaja tehnologija obrushivanja semjan podsolnechnika, *Maslozhirovoj kompleks*. – 2012, **1**, 47-49.
14. **Mariia Taradaichenko, Leonid Perevalov, Sergiy Teslenko, Irina Pakhomova** Optimal parameters of sunflower seeds dehulling process with freeze, *Inżynieria aparaturachemicz.* 2013, **4**, 374-375.
15. **S.A. Teslenko, A.A. Netreba, E.P. Vryukalo, G.V. Sadovnichij, L.I. Perevalov** Vlihanie uslovij obrushivanja vysokomaslichnogo podsolnechnika na perehod voskov v maslo, *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij*. 2014, **10**(67), 41-47.
16. **Kopejkovskij V.M., Danil'chuk S.I., Garbuzova G.I.** i dr. Tehnologija proizvodstva rastitel'nyh masel. – М.: Legkaja i pishhevaja prom-t', 1982, 426.
17. **A. G. Sergeev** Rukovodstvo po tehnologij poluchenija i pererabotki rastitel'nyh masel i zhirov.: L., 1975, **1**, Kniga 1, 726.
18. Пат. 17430 Україна, МКИ В02В 3/00, 3/02. Насіннерушка-2 Іхно / Іхно М.П.; заявник і патентовласник Харківський державний політехнічний університет. – № 95042099; заявл. 27.04.95; опубл. 16.10.2000, Бюл. №5

#### References

1. **V. P. Rzhabin i A. G. Sergeev** Rukovodstvo po metodam issledovanija, tehnohimicheskomu kontrolju i uchetu proizvodstva v maslozhirovoj promyshlennosti L.: VNIIZh 1965, **2**, 418.
2. **V. P. Rzhabin i A. G. Sergeev** Rukovodstvo po metodam issledovanija, tehnohimicheskomu kontrolju i uchetu proizvodstva v maslozhirovoj promyshlennosti / - L.: VNIIZh 1982.
3. **Arutjunjan N.S** Laboratornyj praktikum po tehnologij pererabotki zhirov - M.: Agropromizdat, 1991. - 160.
4. **Demin I.V.** Osnovy konstruirovaniya rushal'no-vechnykh agregatov v maslobojnoj promyshlennosti. M., Pishhepromizdat, 1955.
5. **Kljuchkin V. V.** Prochnost' plodovykh obolochek vysokomaslichnykh semjan podsolnechnika. *MZhP*, 1958, **9**, 14-16.
6. **W. Dedio, D.G. Dorrell.** Factors Affecting the Hullability and Physical Characteristics of Sunflower Achenes Original Research Article, *Hadituna (received) 12.03.2015*